

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-052245

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 13/18

G03B 5/00

(21)Application number : 09-221949

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.08.1997

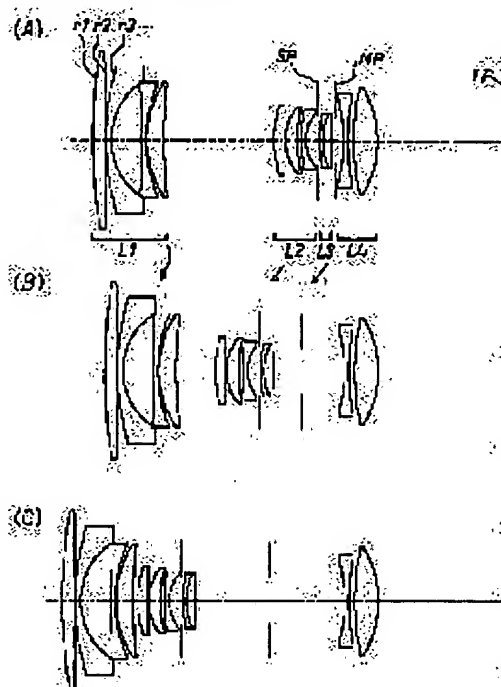
(72)Inventor : HAYAKAWA SHINGO

(54) ZOOM LENS HAVING VIBRATION COMPENSATING FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens having a vibration compensating function capable of maintaining good optical performance over a whole variable power region in which the vibration compensation is performed in spite of the comparatively simple constitution.

SOLUTION: This zoom lens is composed, in order from an object side, of a first lens group L1 having a negative refractive power, a second lens group L2 having a positive refractive power, a third lens group L3 having a positive refractive power and a fourth lens group L4 having a positive or a negative refractive power, power variation from a wide-angle end to a telescopic end is performed by moving the first, second and third lens groups on an optical axis, the fourth lens group L4 is a fixed zoom lens and the blur of a photographed image when the zoom lens L4 is oscillated is compensated by moving the third lens group L3 in the direction almost perpendicular to the optical axis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3486532

[Date of registration]

24.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-52245

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 15/20

13/18

13/18

G 0 3 B 5/00

G 0 3 B 5/00

J

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願平9-221949

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月4日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 早川 慎吾

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

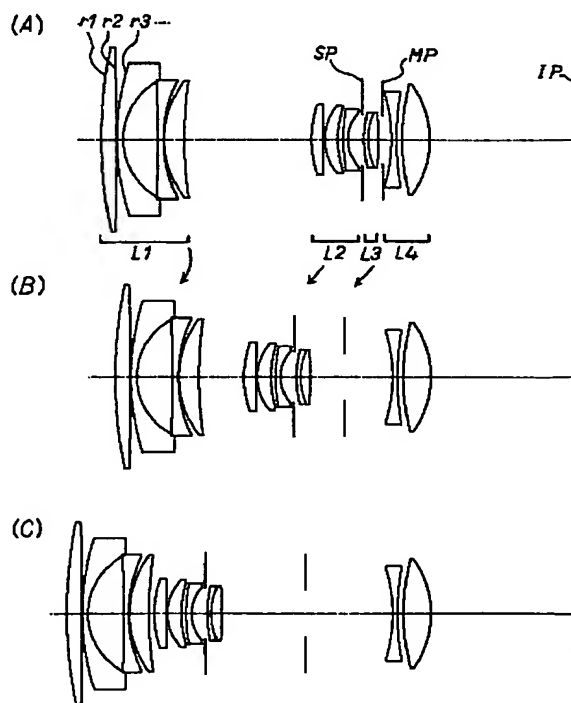
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 振動補償機能を有したズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 比較的簡易な構成でありながらも振動補償を行った全変倍域にわたって良好な光学性能を維持することのできる振動補償機能を有したズームレンズを得ること。

【解決手段】 物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群、そして正または負の屈折力を有する第4レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して該第1、第2、第3レンズ群を光軸上を移動させて行い、該第4レンズ群は固定であるズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうこと。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、そして正または負の屈折力を有する第 4 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して該第 1、第 2、第 3 レンズ群を光軸上を移動させて行い、該第 4 レンズ群は固定であるズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを該第 3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうことを特徴とする振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 2 レンズ群の後方近傍に開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 3】 広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_W 、 f_T 、広角端と望遠端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の合成焦点距離をそれぞれ f_{FW} 、 f_{FT} 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、

$$-0.2 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_{FW} < 1.0$$

$$-1.0 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_{FT} < 0.2$$

$$0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_3 < 2.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと負レンズを含んでおり、該第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とし、全系の望遠端における焦点距離 f_T を 1 に規格化して、このときの前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群のペッツパール和をそれぞれ P_3 、 P_4 としたとき、

$$-0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_4 < 0.8$$

$$0.5 < P_3 < 2.0$$

$$-0.4 < P_4 < 0.8$$

を満足する構成としたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 5】 全系の望遠端における焦点距離を 1 に規格化し、前記第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、そして第 3 レンズ群の球面収差係数をそれぞれ I_1 、 I_2 、 I_3 としたとき、

$$-2.0 < I_1 / I_2 < -0.5$$

$$-0.2 < I_3 / I_2 < 0.6$$

を満足する構成としたことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群は変倍に際して一体的に移動することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 3 レンズ群の像面側に変倍に際して他のレンズ群と独立に移動する移動絞りを有していることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の振

動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 2 レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成っており、前記第 3 レンズ群は負レンズと正レンズ、又は正レンズと負レンズとを接合した貼合わせレンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 4 レンズ群は物体側に凹面を向けた負レンズと像面側に凸面を向けた正レンズとを有していることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 10】 物体側より順に前記第 1 レンズ群は正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズそして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 11】 物体側より順に前記第 1 レンズ群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズそして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 12】 物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正または負の屈折力を有する第 3 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群、及び前記第 2 レンズ群を光軸上を移動させ、前記第 3 レンズ群を固定とするズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうことを特徴とする振動補償機能を有したズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一眼レフカメラやビデオカメラ等に用いる振動補償機能を有したズームレンズに関するものであり、特に広角域から中望遠域の常用焦点距離を包含する 3 倍程度の変倍比を持った比較的簡易な構成のズームレンズであって、かつ偶発的な振動により発生する撮影画像のぶれを補償する機構を具備した振動補償機能を有したズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 撮影画面の対角長と略々等しくなる焦点距離を挟んで変倍を行なう、所謂標準ズームレンズは現在までに数多く提案されている。変倍を行なうためのレンズ群の構成だけに着目しても、2 群構成から 3、4、5 群構成とさまざまなものがある。これらのうち、最も

物体側に配置されるレンズ群の焦点距離が正のもの（ポジティブリードタイプ）は、望遠端の焦点距離を長くして高変倍比のズームレンズを実現するのに好適となるものの、レンズ構成やそれらの駆動機構が複雑になる傾向がある。

【0003】逆に最も物体側に配置されるレンズ群の屈折力が負のもの（ネガティブリードタイプ）は、望遠端の焦点距離はあまり長くし難いものの、広角端の焦点距離を短くした広角ズームレンズや比較的簡易な構成の標準ズームレンズを実現するのに好適となる。

【0004】このようなネガティブリードのズームレンズも従来より各種提案されており、特に、レンズ群を3群、あるいは4群構成として諸収差を良好に補正した標準ズームレンズを実現したものが、例えば特公昭60-40605号公報や特公昭63-58326号公報等で提案されている。

【0005】特公昭60-40605号公報では、物体側から順に負の屈折力を有する第1 レンズ群、正の屈折力を有する第2 レンズ群、正または負の屈折力を有する第3 レンズ群の3群構成とすることによって、主として変倍比が2倍程度の標準ズームレンズを提案している。

【0006】特公昭63-58326号公報では、物体側から順に負の屈折力を有する第1 レンズ群、正の屈折力を有する第2 レンズ群、正の屈折力を有する第3 レンズ群、負の屈折力を有する第4 レンズ群の4群構成とすることによって、主として変倍比が3倍弱程度の標準ズームレンズを提案している。

【0007】一方、撮影中、偶発的な振動により発生する撮影画像のぶれを補償する機構を具備したズームレンズとして、特に光学系を構成するレンズ群の一部を光軸と略垂直な方向に移動させて振動を補償するズームレンズが、例えば本出願人が特開平2-35406 号公報や特開平8-136862号公報で提案している。

【0008】特開平2-35406 号公報では、主としてレンズシャッターカメラ用の撮影レンズに適用するのに好適な実施形態を開示している。同公報では物体側から順に負の屈折力を有する第1 レンズ群、正の屈折力を有する第2 レンズ群、そして負の屈折力を有する第3 レンズ群より構成される3群ズームレンズにおいて、その一部の第3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって撮影画像のぶれを補償する構成を開示している。

【0009】又、特開平8-136862号公報では、主として一眼レフカメラ用の標準ズームレンズに適用するのに好適な実施形態を開示している。同公報では物体側から順に正の屈折力を有する第1 レンズ群、負の屈折力を有する第2 レンズ群、正の屈折力を有する第3 レンズ群、そして正の屈折力を有する第4 レンズ群より構成される4群ズームレンズにおいて、その第2 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって撮影画像のぶれを補償する構成等を開示している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】一般にズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向に平行偏心させて防振を行なう光学系においては、防振の為に可変頂角プリズム等の特別な光学系は要しないという利点はあるが、防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点がある。

【0011】又、例えば標準ズームレンズに防振補償機構を搭載する際には振動補償の際も含めて諸収差を良好に補正することや装置全体の小型化を実現する為に各レンズ群の屈折力やパワー配置等の所定の条件を適切に設定することが必要となってくる。

【0012】本発明は、ズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを補正する際、各レンズ群の屈折力やパワー配置等を適切に設定することによって、比較的簡易な構成でありながらも全変倍域にわたって良好な光学性能を維持するとともに、振動補償のための機構を具備した際にも装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償を行なった際にも良好な画像を得ることできる振動補償機能を有したズームレンズの提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の振動補償機能を有したズームレンズは、

(1-1) 物体側より順に、負の屈折力を有する第1 レンズ群と、正の屈折力を有する第2 レンズ群と、正の屈折力を有する第3 レンズ群、そして正または負の屈折力を有する第4 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して該第1、第2、第3 レンズ群を光軸上を移動させて行い、該第4 レンズ群は固定であるズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを第3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】図1、図8、図15、図22は本発明の数値実施例1～4のレンズ断面図である。レンズ断面図において（A）は広角端、（B）は中間、（C）は望遠端のズーム位置を示している。

【0015】図2～図4は本発明の数値実施例1の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図5～図7は本発明の数値実施例1の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0016】図9～図11は本発明の数値実施例2の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図12～図14は本発明の数値実施例2の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0017】図16～図18は本発明の数値実施例3の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図19～図21は本発明の数値実施例3の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0018】図23～図25は本発明の数値実施例4の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図26～図28は本発明の数値実施例4の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0019】図中、L1は負の屈折力の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は第4レンズ群であり、数値実施例1、2、3では正の屈折力を有し、数値実施例4では負の屈折力を有している。

【0020】広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第1レンズ群L1を像面側に凸状の軌跡を有しつつ移動させるとともに第2レンズ群L2と第3レンズ群を一体的に又は独立に物体側へ移動させて行っている。第4レンズ群L4は変倍の際、固定である。

【0021】本実施形態では第3群L3を光軸と垂直方向に移動させてズームレンズが振動（傾動）したときの撮影画像のブレを補正している。SPは開口絞りであり、第2群L2の後方に設け、変倍の際に第2群とともに移動している。

【0022】MPは移動絞りであり、第3群L3と第4群L4との間に設け、広角端から望遠端への変倍の際に独立に物体側へ移動させて、中間のズーム位置から望遠端にかけて発生する有害光のフレアーをカットしている。IPは像面である。

【0023】第4レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと負レンズ、そして少なくとも1つの非球面を有しており、これによって諸収差を良好に補正している。

【0024】本実施形態の振動補償機能を有したズームレンズは、広角端の画角が75°程度、望遠端の画角が30°程度であって、変倍比が3倍弱程度の変倍比を持ち、収差図に示されるように通常状態のみならず振動補償状態においても諸収差を良好に補正することに成功している。

【0025】また、所定角度の振動補償のために移動させるレンズ群の移動量も、後に示す数値実施例に併記するように十分に少ないものとなっており、装置の小型化を実現するのに有効な構成となっている。なお、収差図では物体距離が無限遠方ときの収差図のみを示しているが、本実施形態では第1レンズ群L1を物体側に移動させて焦点調節を行っており、近接撮影も良好なる光学性能が得られる構成となっている。

【0026】本発明は、レンズ断面図に示したように移動するレンズ群の数の比較的少ないネガティブリードタイプの標準ズームレンズを採用し、このズームレンズを構成する各レンズ群のうちレンズ群の外径寸法が比較的

$$\begin{aligned} -0.2 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} & \quad / f_{FW} < 1.0 \quad \cdots \cdots (1) \\ -1.0 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} & \quad / f_{FT} < 0.2 \quad \cdots \cdots (2) \\ 0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} & \quad / f_3 < 2.0 \quad \cdots \cdots (3) \end{aligned}$$

を満足することである。

【0034】条件式(1)、及び条件式(2)は、広角

小さいレンズ群であって、かつ振動補償に際して発生する諸偏心収差を良好に補正することのできる第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて振動の補償を行なっている。

【0027】ネガティブリードタイプの標準ズームレンズの基本的なレンズ構成は、物体側から順に負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を配置させ、広角端から望遠端への変倍に際して、これら2つのレンズ群を互いの間隔を減少させながら像面の位置を一定に保つために光軸上を移動させるという2群ズームレンズである。ここで光学系の全長を短くするために最も物体側に配置される負レンズ群は変倍に際して往復軌跡としている。

【0028】そして正レンズ群を適切な屈折力を有する第2、第3レンズ群の2つの正レンズ群に分割して、そのうちの一方の第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって振動の補償を行なっている。

【0029】この基本的なネガティブリードタイプの標準ズームレンズの像側に収差補正のための固定の第4レンズ群を付加して諸収差を良好に補正している。この第4レンズ群により、主として光学系全体の非対称性によって発生するコマ収差等を良好に補正している。

【0030】本発明の振動補償機能を有したズームレンズは、このようにして全体として物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正または負の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群によってネガティブリードタイプの標準ズームレンズを構成し、この中の第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって振動の補償を行なっている。

【0031】本発明は、さらに第2レンズ群の後方近傍に開口絞りを設けて、特に振動補償のために光軸と略垂直な方向に移動させる第3レンズ群の外径寸法を小さくして、より装置の小型化を実現している。

【0032】本発明の目的とする振動補償機能を有したズームレンズは以上の諸条件を満足することにより達成されるが、更に良好なる光学性能を有しつつ、光学系全体の小型化を図るには次の諸条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0033】[A1] 広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_W 、 f_T 、広角端と望遠端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の合成焦点距離をそれぞれ f_{FW} 、 f_{FT} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、

端、及び望遠端における第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離 f_{FW} 、 f_{FT} と、広角端と望遠端の焦点

距離 f_W , f_T の相乗平均値の比を規定する式であって、条件式 (3) は、第 3 レンズ群の焦点距離 f_3 と、広角端と望遠端の焦点距離 f_W , f_T の相乗平均値の比を規定する式である。

【0035】条件式 (1), 条件式 (2), 及び条件式 (3) によって、広角端、及び望遠端において、振動補償のために光軸と略垂直な方向に移動する第 3 レンズ群と、これより物体側に配置されるレンズ群全体の屈折力を適切に設定しており、これらの条件式によって、第 3 レンズ群に入射し、これから射出する近軸光線の傾角が適切となるように設定している。

【0036】これらの諸条件を満足する屈折力配置とすることにより、第 3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移

$$-0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_4 < 0.8 \quad \cdots \cdots (4)$$

$$0.5 < P_3 < 2.0 \quad \cdots \cdots (5)$$

$$-0.4 < P_4 < 0.8 \quad \cdots \cdots (6)$$

を満足することである。

【0038】条件式 (4) は、第 4 レンズ群の焦点距離 f_4 と、広角端と望遠端の焦点距離 f_W , f_T の相乗平均値の比を規定する式であって、条件式 (5) 及び (6) は、第 3 レンズ群及び第 4 レンズ群のベッツバール和そのものを規定する式である規定する式である。

【0039】本発明は、上述の条件式 (1)、条件式 (2)、及び条件式 (3) を満足する屈折力配置とした上で、さらにこれらの条件式 (4)、条件式 (5)、及び条件式 (6) に従って、前記第 4 レンズ群の屈折力を比較的弱く設定して、またベッツバール和を適切な値に設定することによって、第 3 レンズ群を光軸と略垂直方向に移動させて振動の補償を行なう際に発生する偏心像面湾曲について特に良好に補正している。

【0040】[A3] 全系の望遠端における焦点距離を 1 に規格化し、前記第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、そして第 3 レンズ群の球面収差係数をそれぞれ I_1 、 I_2 、 I_3 としたとき、

$$-2.0 < I_1 / I_2 < -0.5 \quad \cdots \cdots (7)$$

$$-0.2 < I_3 / I_2 < 0.6 \quad \cdots \cdots (8)$$

を満足することである。

【0041】条件式 (7) は前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群について、条件式 (8) は前記第 3 レンズ群と前記第 2 レンズ群についての望遠端における球面収差係数の値の比を規定する式である。条件式 (7) によって前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の球面収差係数を異符号で絶対値に近い値となるように配分して、これらのレンズ群全体では小さい値となるように光学系を構成している。

【0042】また条件式 (8) によって前記第 3 レンズ群の球面収差係数の値を前記第 2 レンズ群の球面収差係数の値と比べて相当に小さい値となるように構成している。光学系の設計に際して、もちろん光学系全体の球面収差係数の値は小さい値となるのが望ましいが、各レン

動させるときの偏心敏感度（レンズ群の移動量に対する像の移動量）を大きく維持しながらも諸偏心収差の補正を比較的容易としている。このように第 3 レンズ群の偏心敏感度を大きくして、この第 3 レンズ群の移動量を少なくすることを可能とし、また諸偏心収差の補正を比較的容易として、レンズ群の構成枚数を十分に少なくして、一層の小型化を実現している。

【0037】[A2] 前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと負レンズを含んでおり、該第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とし、また全系の望遠端における焦点距離 f_T を 1 に規格化して、このときの前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群のベッツバール和をそれぞれ P_3 , P_4 としたとき

ズ群の球面収差係数の値にはそれぞれ大きくしたり小さくしたりすることができるという自由度が存在している。

【0043】これらの条件式はこの自由度を利用して各レンズ群の残存球面収差を適切に設定することにより、少ないレンズ枚数でありながらも特に偏心コマ収差について良好に補正するための条件を規定したものである。なお、これらの条件式で特に望遠端について規定しているのは、画像の変位の補正に際して、望遠端の方が広角端よりも偏心による画面中心の画像の劣化が顕著となる傾向にあることを考慮したものである。

【0044】尚、数値実施例 1～4 において、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の変倍に際しての間隔は変化していないが、これらのレンズ群の間隔を変化させても良く、これによれば、変倍に際しての諸収差の変動を更に良好に補正することができる。

【0045】これらのレンズ間隔を変化させず変倍に際して一体的に移動させるようにすれば機構が簡略になるという特長がある。いずれの実施形態もそれぞれの目的により有効となる。

【0046】尚、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群を変倍に際して一体的に移動させるレンズ構成において、これらのレンズ群を 1 つのレンズ群（新たな第 2 レンズ群となる。）として取り扱い、振動補償の為に移動させる第 3 レンズ群を第 2 レンズ群の一部のレンズ群として取り扱っても良い。

【0047】このとき第 4 レンズ群は第 3 レンズ群となり、本発明は全体として 3 つのレンズ群より成るズームレンズとして取り扱うことができる。このとき本発明の振動補償機能を有したズームレンズの基本構成は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正または負の屈折力を有する第 3 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群、及び前記第 2 レンズ群

を光軸上を移動させ、前記第3レンズ群を固定とするズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを前記第2レンズ群の一部のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうこととなる。

【0048】[A4] 前記第2レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成っており、前記第3レンズ群は負レンズと正レンズ、又は正レンズと負レンズとを接合した貼合わせレンズより成っていることである。これにより全変倍範囲にわたり高い光学性能を得ている。

【0049】[A5] 前記第4レンズ群は物体側に凹面を向けた負レンズと像面側に凸面を向けた正レンズとを有していることである。これにより画面全体にわたり高い光学性能を得ている。

【0050】[A6] 物体側より順に前記第1レンズ群は正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、そして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることである。これにより画面全体にわたり高い光学性能を得ている。

【0051】本発明は、このようにネガティブリードタイプの標準ズームレンズの各レンズ群の特徴を利用して、それを構成する一部のレンズ群を適宜改良することによって、比較的簡易で良好な振動補償防振機能を有したズームレンズを実現している。

【0052】尚、光学系の一部のレンズ群が光軸と垂直な方向に偏心した際に発生する偏心収差については、「光学」第24巻の第12号(1995年12月)等に開示されている。

【0053】光学系の基準軸に対して横に変位する形の偏心(偏心量E)によって発生する像面上の収差成分 $\Delta Y(E)$ 、 $\Delta Z(E)$ は、物点の位置を表わす面角を ω 、入射瞳上の光線の入射位置を表わす極座標を(R, ϕ)とすると、次のような形で表わされる。

$$\begin{aligned} \Delta Y(E) &= -(E/2\alpha')[(\Delta E) + \tan^2 \omega \{3(VE1) - (VE2)\} + 2R \cos \phi \tan \omega \{3(IIIE) + (PE)\} + R^2 (2 + \cos 2\phi)(IIE)] \\ \Delta Z(E) &= -(E/2\alpha')[2R \sin \phi \tan \omega \{3(III E) + (PE)\} + R^2 \sin 2\phi (IIE)] \end{aligned}$$

これらの式の右辺にある α' は光学系の像空間における物体近軸光線の値、また (ΔE) 、 $(VE1)$ 、 $(VE2)$ 、 $(IIIE)$ 、 (PE) 、 (IIE) は偏心収差係数

$$X = \frac{(1/R) Y^2}{1 + \sqrt{1 - (Y/R)^2}} + BY^4 + CY^6 + DY^8 + EY^{10}$$

なる式で表している。又「D=0X」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。

と呼ばれる光学系の構造によって決まる定数である。これらの偏心収差係数の値に関係するのは光学系の中の偏心するエレメントとその後方に位置する部分で、偏心するエレメントより前方の部分は全く関係しない。

【0055】そこで図29に示すように、光学系の中の偏心する部分をエレメントA、その後方の部分をエレメントBと呼ぶことにすると偏心収差係数の値はエレメントAの前後の近軸追跡値とエレメントA、Bそれぞれの3次収差係数の値を用いて次のように表わされる。なお近軸追跡値 α_A 、 α'_A 、 α_A 、 α'_A は、それぞれ物体近軸光線と瞳近軸光線(上にbar付した量は瞳近軸光線に関するものであることを示す)が偏心するエレメントの前後の空間で光軸となす角度を表わすものとする。

$$\begin{aligned} \text{【0056】} (\Delta E) &= -2(\alpha'_A - \alpha_A) \\ (VE1) &= \{\alpha'_A V_B - \alpha_A (V_A + V_B)\} - \{\alpha'_A III_B - \alpha_A (III_A + III_B)\} \\ (VE2) &= \alpha'_A P_B - \alpha_A (P_A + P_B) \\ (III E) &= \{\alpha'_A III_B - \alpha_A (III_A + III_B)\} - \{\alpha'_A II_B - \alpha_A (II_A + II_B)\} \\ (PE) &= \alpha'_A P_B - \alpha_A (P_A + P_B) \\ (IIE) &= \{\alpha'_A II_B - \alpha_A (II_A + II_B)\} - \{\alpha'_A I_B - \alpha_A (I_A + I_B)\} \end{aligned}$$

ここで、 (ΔE) は原点移動、 $(VE1)$ は偏心歪曲収差、 $(VE2)$ は偏心歪曲附加収差、 $(IIIE)$ は偏心非点収差、 (PE) は偏心像面湾曲、 (IIE) は偏心コマ収差をそれぞれ表わす偏心収差係数である。

【0057】本発明の振動補償機能を有したズームレンズは、上述のような構成とすることによって、このように特徴づけられる偏心収差の発生を十分に小さく補正している。

【0058】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第i番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より第i番目のレンズ厚及び空気間隔、 n_i と v_i は各々物体側より順に第i番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0059】又、非球面形状はレンズ面の中心部の曲率半径をRとし、光軸方向(光の進行方向)をX軸とし、光軸と垂直方向をY軸とし、B、C、D、Eをそれぞれ非球面係数としたとき、

【0060】

【数1】

【0061】

【外1】

12

f 28.90~77.37 / Fno 3.3~5.8

| 焦點距離 可愛間隔 | 28.90 | 50.00 | 77.37 |
|--------------|-------|-------|-------|
| d 8 | 32.50 | 11.58 | 1.44 |
| d 15 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| d 18 | 1.00 | 8.49 | 21.50 |
| d 19 | 2.50 | 12.64 | 22.50 |

B:-8.395 D-06 C:2.510 D-08 D:-9.796 D-11 E:1.624 D-13

| | | |
|---------------------|--------|--------|
| 1°の振動補償のためのレンズ群の移動量 | 広角端 | -0.686 |
| | 中間焦点距離 | -0.855 |
| | 望遠端 | -0.970 |

30 【外2】

[数値実施例 2]

f 28.79~77.20 / Fno 3.3~5.8

| | | | |
|---------------|-----------|-------------|-----------|
| r 1= 91.78 | d 1= 4.70 | n 1=1.51633 | v 1= 64.2 |
| r 2= 19196.25 | d 2= 0.20 | | |
| r 3= 77.73 | d 3= 1.50 | n 2=1.80610 | v 2= 41.0 |
| r 4= 19.15 | d 4= 9.50 | | |
| r 5= -117.62 | d 5= 1.30 | n 3=1.62299 | v 3= 58.2 |
| r 6= 53.44 | d 6= 0.20 | | |
| r 7= 30.49 | d 7= 4.30 | n 4=1.76182 | v 4= 26.5 |
| r 8= 101.37 | d 8=可変 | | |
| r 9= 17.82 | d 9= 3.00 | n 5=1.69680 | v 5= 55.5 |
| r10= 36.69 | d10= 0.20 | | |
| r11= 18.53 | d11= 3.50 | n 6=1.83400 | v 6= 37.2 |
| r12= 28.54 | d12= 1.30 | | |
| r13= 35.25 | d13= 1.20 | n 7=1.80518 | v 7= 25.4 |
| *r14= 14.11 | d14= 3.50 | | |
| r15= (絞り) | d15=可変 | | |
| r16= 30.85 | d16= 1.00 | n 8=1.69895 | v 8= 30.1 |
| r17= 13.31 | d17= 4.00 | n 9=1.60562 | v 9= 43.7 |
| r18= -101.25 | d18=可変 | | |
| r19= 0.00 | d19=可変 | | |
| r20= -254.35 | d20= 1.30 | n10=1.83400 | v10= 37.2 |
| r21= 45.73 | d21= 1.00 | | |
| r22= 56.22 | d22= 4.70 | n11=1.57501 | v11= 41.5 |
| r23= -58.55 | | | |

| 焦点距離 可変間隔 | 28.79 | 50.00 | 77.20 |
|--------------|-------|-------|-------|
| d 8 | 34.00 | 11.86 | 1.27 |
| d 15 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| d 18 | 1.50 | 7.77 | 18.04 |
| d 19 | 2.00 | 11.77 | 22.08 |

非球面係数 第14面

B:3.150 D-05 C:1.420 D-07 D:5.452 D-10 E:1.628 D-11

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量

| | |
|--------|--------|
| 広角端 | -0.499 |
| 中間焦点距離 | -0.632 |
| 望遠端 | -0.725 |

【0063】

30 【外3】

[数値実施例 3]

f 28.96~77.29 / Fno 3.3~5.8

| | | | |
|----------------|------------|--------------|------------|
| r 1= 110.17 | d 1= 4.17 | n 1=1.51633 | v 1= 64.2 |
| r 2= -2117.13 | d 2= 0.20 | | |
| r 3= 103.76 | d 3= 1.50 | n 2=1.80610 | v 2= 41.0 |
| r 4= 20.14 | d 4= 8.75 | | |
| r 5= -266.51 | d 5= 1.30 | n 3=1.71300 | v 3= 53.8 |
| r 6= 43.70 | d 6= 0.20 | | |
| r 7= 30.26 | d 7= 5.17 | n 4=1.76182 | v 4= 26.5 |
| r 8= 218.91 | d 8=可変 | | |
| r 9= 32.16 | d 9= 3.00 | n 5=1.77250 | v 5= 49.6 |
| r 10= -4632.05 | d 10= 0.20 | | |
| r 11= 15.67 | d 11= 3.50 | n 6=1.80610 | v 6= 41.0 |
| r 12= 31.54 | d 12= 1.30 | | |
| r 13= 54.37 | d 13= 1.74 | n 7=1.80518 | v 7= 25.4 |
| r 14= 12.30 | d 14= 3.50 | | |
| r 15= (絞り) | d 15=可変 | | |
| r 16= 63.66 | d 16= 3.40 | n 8=1.60562 | v 8= 43.7 |
| r 17= -23.04 | d 17= 1.65 | n 9=1.76182 | v 9= 26.5 |
| r 18= -54.00 | d 18=可変 | | |
| r 19= 0.00 | d 19=可変 | | |
| *r 20= -36.17 | d 20= 1.30 | n 10=1.83400 | v 10= 37.2 |
| r 21= 220.37 | d 21= 5.96 | n 11=1.60342 | v 11= 38.0 |
| r 22= -24.12 | | | |

| 焦点距離 可変間隔 | 28.96 | 50.00 | 77.29 |
|--------------|-------|-------|-------|
| d 8 | 33.12 | 11.58 | 1.11 |
| d 15 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| d 18 | 0.50 | 5.92 | 20.90 |
| d 19 | 3.00 | 15.16 | 23.00 |

非球面係数 第20面

B:-6.408 D-06 C:3.942 D-09 D:-5.969 D-11 E:1.461 D-13

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量

| | |
|--------|--------|
| 広角端 | -0.703 |
| 中間焦点距離 | -0.870 |
| 望遠端 | -0.984 |

【数値実施例 4】

f 29.06~77.23 / Fno 3.4~5.8

| | | | |
|----------------|------------|--------------|------------|
| r 1= 57.34 | d 1= 1.50 | n 1=1.80610 | v 1= 41.0 |
| r 2= 19.73 | d 2= 9.09 | | |
| r 3= 908.73 | d 3= 1.30 | n 2=1.71300 | v 2= 53.8 |
| *r 4= 41.87 | d 4= 0.20 | | |
| r 5= 31.66 | d 5= 5.10 | n 3=1.76182 | v 3= 26.5 |
| r 6= 175.18 | d 6=可変 | | |
| r 7= 33.01 | d 7= 3.00 | n 4=1.77250 | v 4= 49.6 |
| r 8=-10140.21 | d 8= 0.20 | | |
| r 9= 16.64 | d 9= 3.50 | n 5=1.80610 | v 5= 41.0 |
| r 10= 35.32 | d 10= 1.30 | | |
| r 11= 69.48 | d 11= 2.53 | n 6=1.80518 | v 6= 25.4 |
| r 12= 12.90 | d 12= 3.50 | | |
| r 13= (絞り) | d 13=可変 | | |
| r 14= 65.28 | d 14= 3.40 | n 7=1.60562 | v 7= 43.7 |
| r 15= -22.90 | d 15= 1.51 | n 8=1.76182 | v 8= 26.5 |
| r 16= -52.60 | d 16=可変 | | |
| r 17= 0.00 | d 17=可変 | | |
| r 18= -36.55 | d 18= 1.30 | n 9=1.83400 | v 9= 37.2 |
| r 19= -4131.82 | d 19= 5.69 | n 10=1.60342 | v 10= 38.0 |
| *r 20= -24.97 | | | |

| 焦点距離 可変範囲 | 29.06 | 50.00 | 77.23 |
|--------------|-------|-------|-------|
| d 6 | 34.93 | 12.18 | 1.05 |
| d 13 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| d 16 | 0.50 | 7.85 | 20.98 |
| d 17 | 3.00 | 13.25 | 23.00 |

非球面係数 第4面

B:-3.672 D-06 C:-6.692 D-09 D:1.665 D-11 E:-9.108 D-14

非球面係数 第20面

B: 5.944 D-06 C:-5.897 D-09 D:9.551 D-11 E:-1.921 D-13

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量

| | |
|--------|--------|
| 広角端 | -0.703 |
| 中間焦点距離 | -0.871 |
| 望遠端 | -0.985 |

【0065】

【表 1】

表-1

| 条 件 式 | 数 値 実 施 例 | | | |
|--------------------------------|-----------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| (1) $(fW \cdot fT)^{1/2} / fW$ | 0.375 | 0.124 | 0.412 | 0.380 |
| (2) $(fW \cdot fT)^{1/2} / fT$ | -0.261 | -0.473 | -0.245 | -0.254 |
| (3) $(fW \cdot fT)^{1/2} / f3$ | 0.795 | 1.009 | 0.788 | 0.793 |
| (4) $(fW \cdot fT)^{1/2} / f4$ | 0.222 | -0.033 | 0.168 | 0.177 |
| (5) P 3 | 0.9 | 1.119 | 0.892 | 0.895 |
| (6) P 4 | 0.246 | 0.077 | 0.207 | 0.204 |
| (7) I 1 / I 2 | -0.955 | -1.187 | -0.973 | -1.103 |
| (8) I 3 / I 2 | 0.014 | 0.200 | 0.053 | 0.113 |

【0066】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、ズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該ズームレンズが振動（傾動）したときの画像

のブレを補正する際、各レンズ群の屈折力やパワー配置等を適切に設定することによって、比較的簡易な構成でありながらも全変倍域にわたって良好な光学性能を維持するとともに、振動補償のための機構を具備した際にも

装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償を行なった際にも良好な画像を得ることできる振動補償機能を有したズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】本発明の数値実施例 1 の標準状態の広角端の収差図

【図 3】本発明の数値実施例 1 の標準状態の中間の収差図

【図 4】本発明の数値実施例 1 の標準状態の望遠端の収差図

【図 5】本発明の数値実施例 1 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 6】本発明の数値実施例 1 の振動補償状態の中間の収差図

【図 7】本発明の数値実施例 1 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 8】本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図

【図 9】本発明の数値実施例 2 の標準状態の広角端の収差図

【図 10】本発明の数値実施例 2 の標準状態の中間の収差図

【図 11】本発明の数値実施例 2 の標準状態の望遠端の収差図

【図 12】本発明の数値実施例 2 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 13】本発明の数値実施例 2 の振動補償状態の中間の収差図

【図 14】本発明の数値実施例 2 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 15】本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図

【図 16】本発明の数値実施例 3 の標準状態の広角端の収差図

【図 17】本発明の数値実施例 3 の標準状態の中間の収差図

【図 18】本発明の数値実施例 3 の標準状態の望遠端の収差図

【図 19】本発明の数値実施例 3 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 20】本発明の数値実施例 3 の振動補償状態の中間の収差図

【図 21】本発明の数値実施例 3 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 22】本発明の数値実施例 4 のレンズ断面図

【図 23】本発明の数値実施例 4 の標準状態の広角端の収差図

【図 24】本発明の数値実施例 4 の標準状態の中間の収差図

【図 25】本発明の数値実施例 4 の標準状態の望遠端の収差図

【図 26】本発明の数値実施例 4 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 27】本発明の数値実施例 4 の振動補償状態の中間の収差図

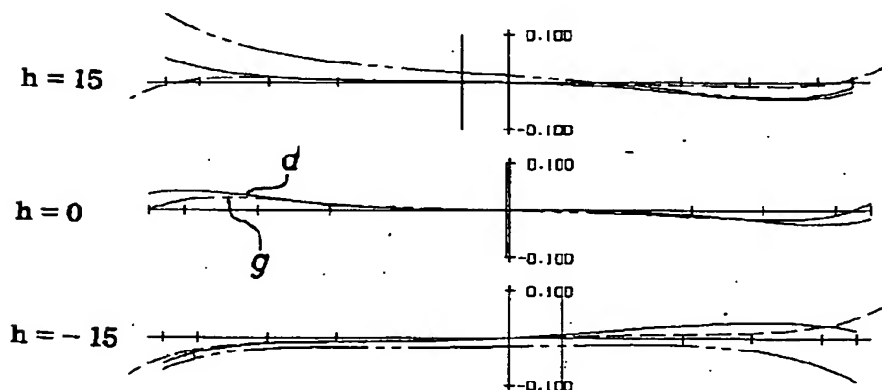
【図 28】本発明の数値実施例 4 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 29】偏心のある光学系の収差についての説明図

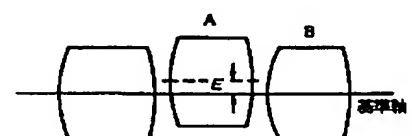
【符号の説明】

| | |
|------------|-----------|
| L 1 | 第 1 レンズ群 |
| L 2 | 第 2 レンズ群 |
| L 3 | 第 3 レンズ群 |
| L 4 | 第 4 レンズ群 |
| S P | 開口絞り |
| M P | 移動絞り |
| I P | 像面 |
| d | d 線 |
| g | g 線 |
| ΔS | サジタル像面 |
| ΔM | メリディオナル像面 |
| h | 像高 |

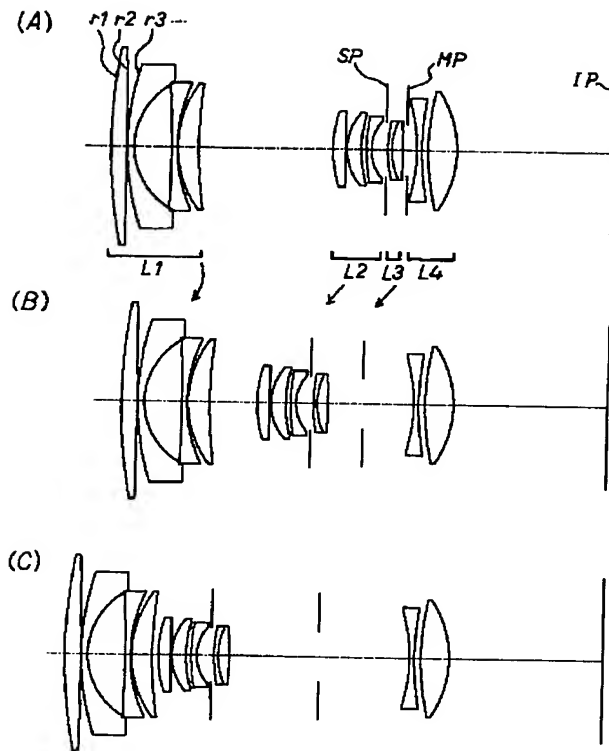
【図 5】



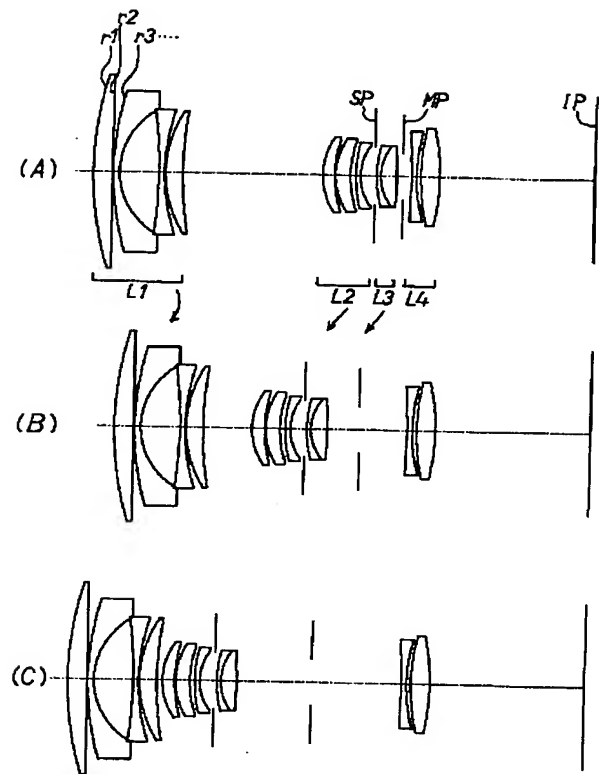
【図 29】



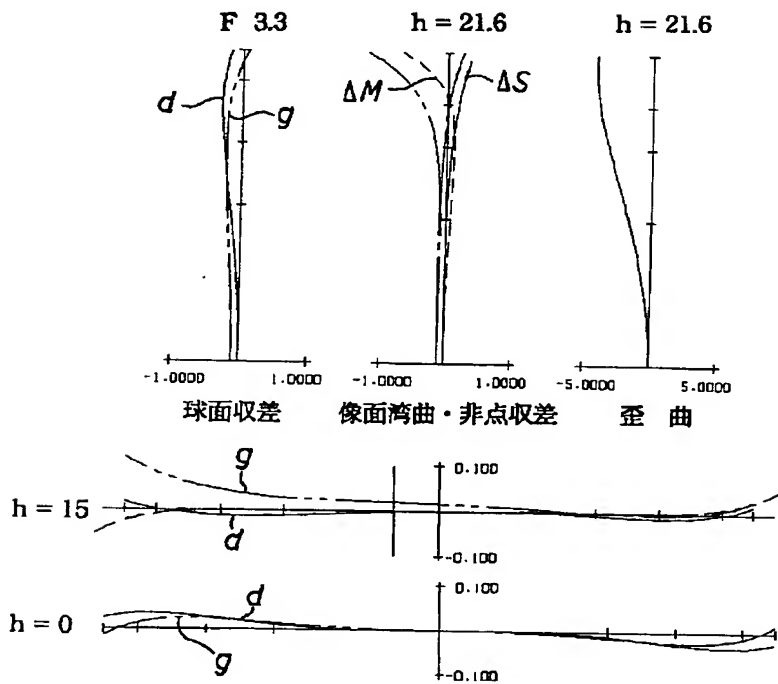
【図 1】



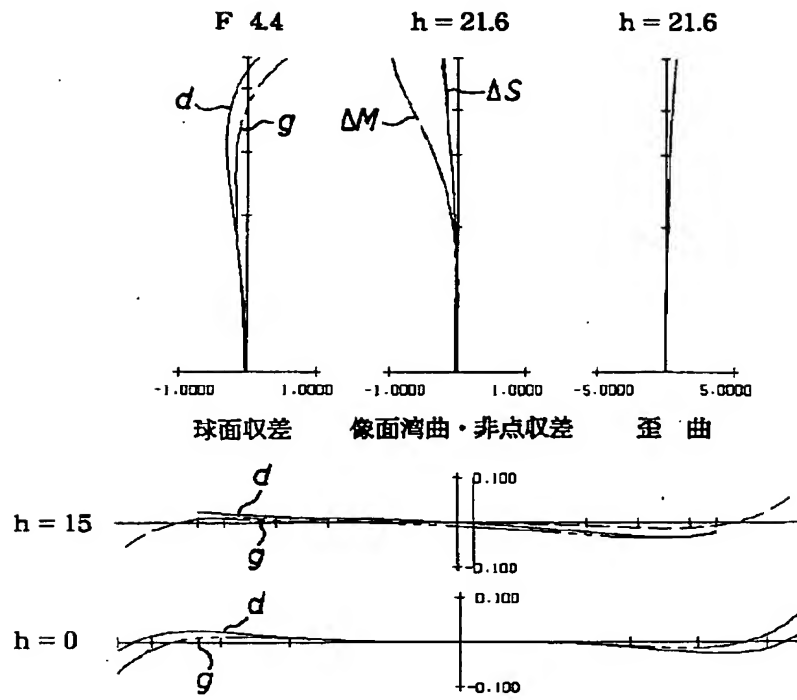
【図 8】



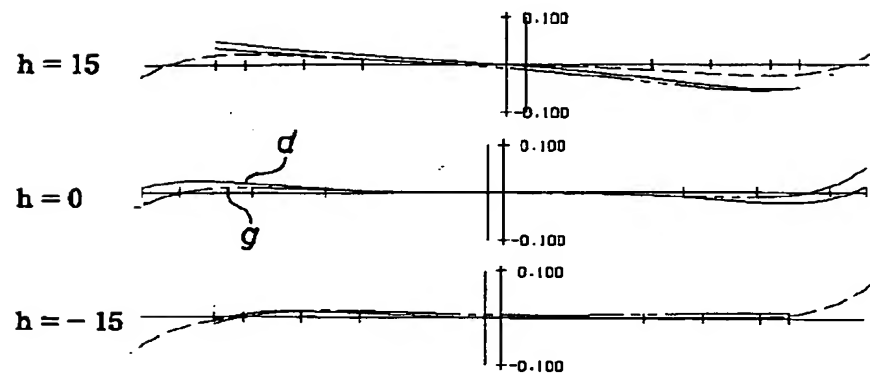
【図 2】



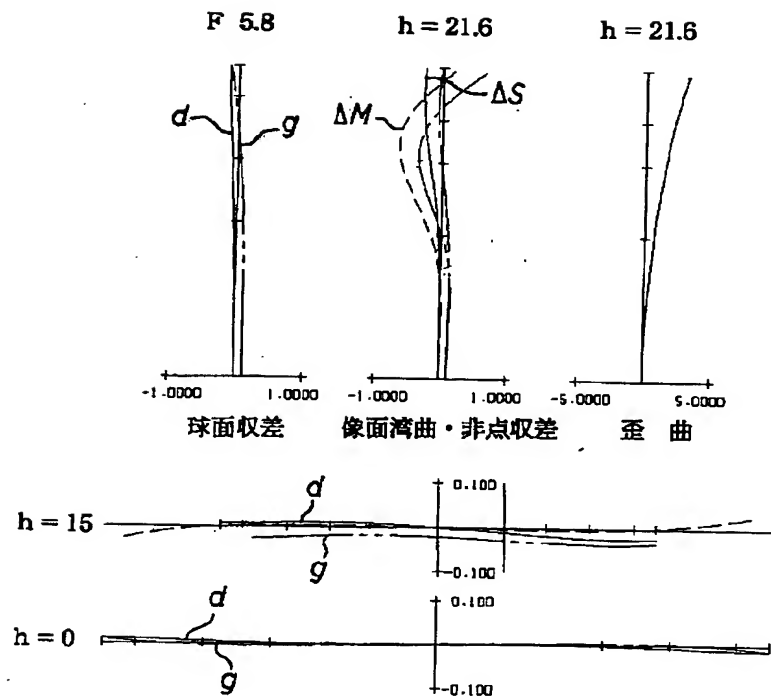
【図 3】



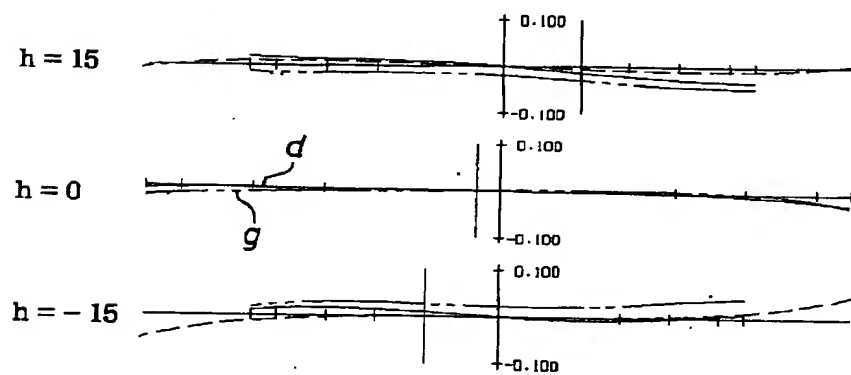
【図 6】



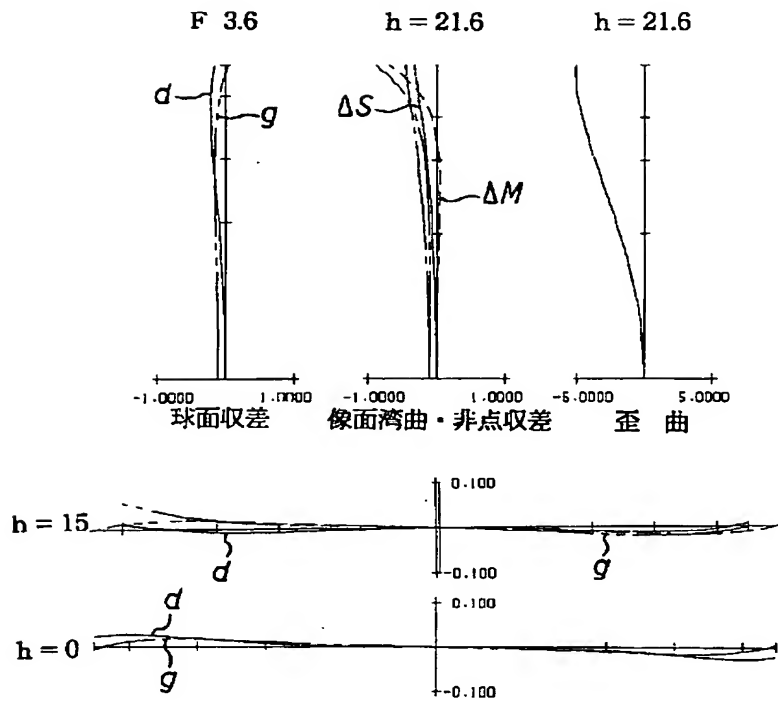
【図 4】



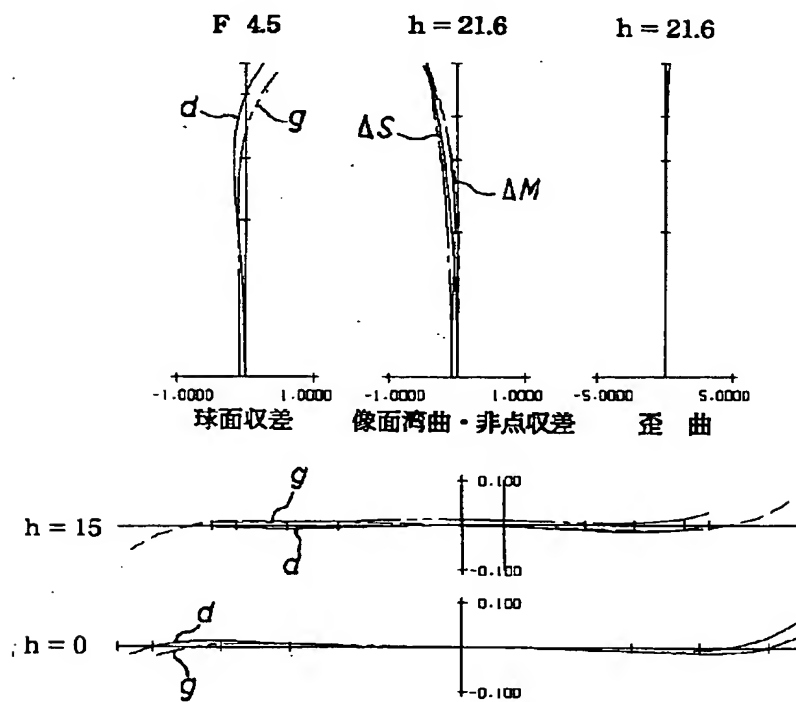
【図 7】



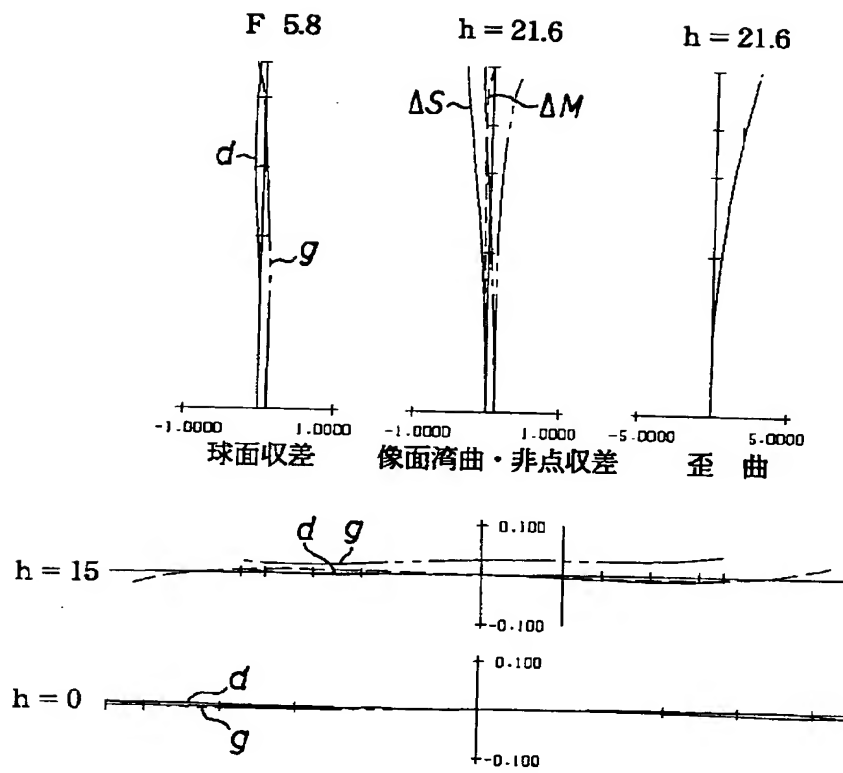
【図 9】



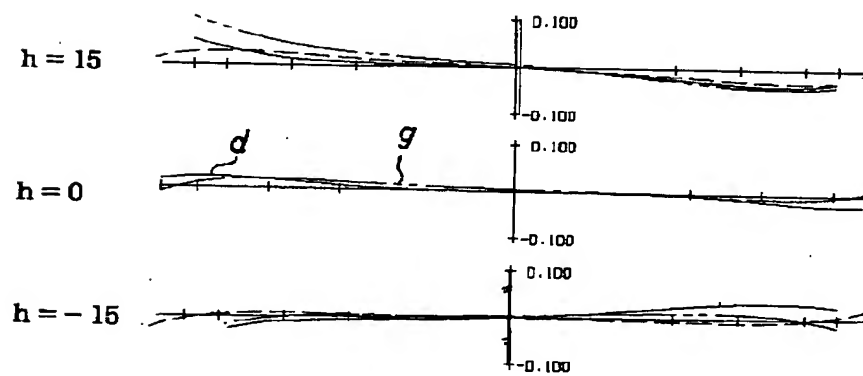
【図 10】



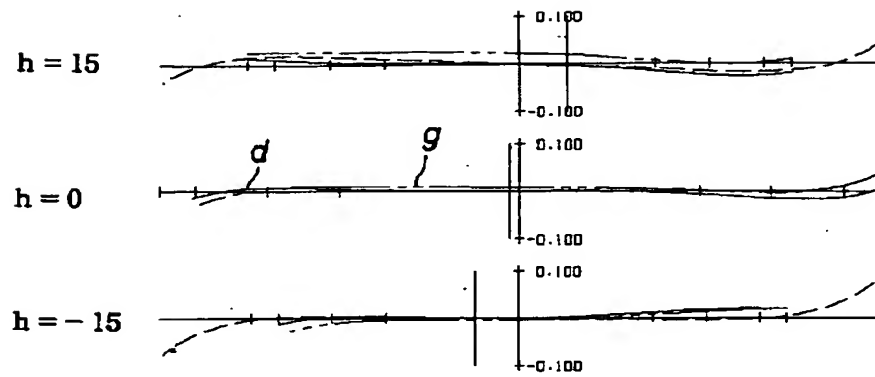
【圖 1 1】



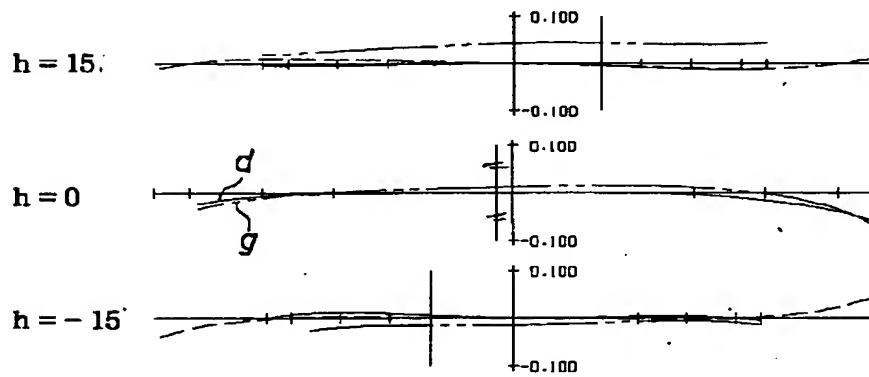
【圖 1 2】



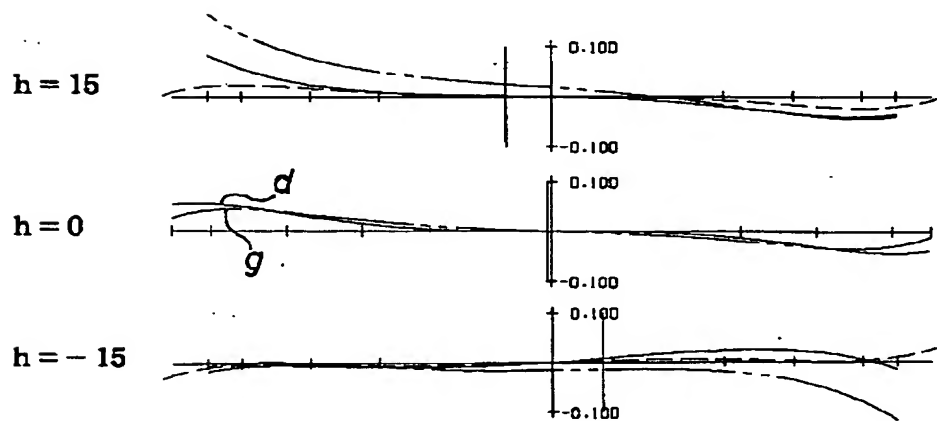
【図 1 3】



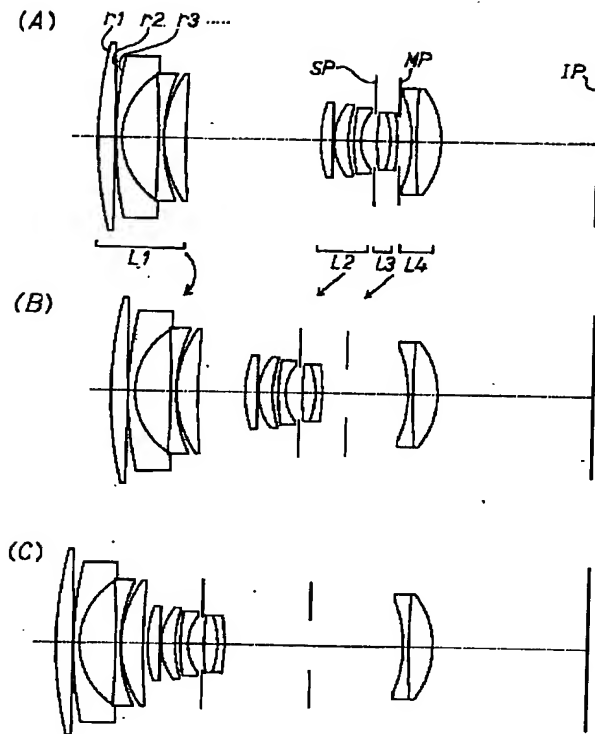
【図 1 4】



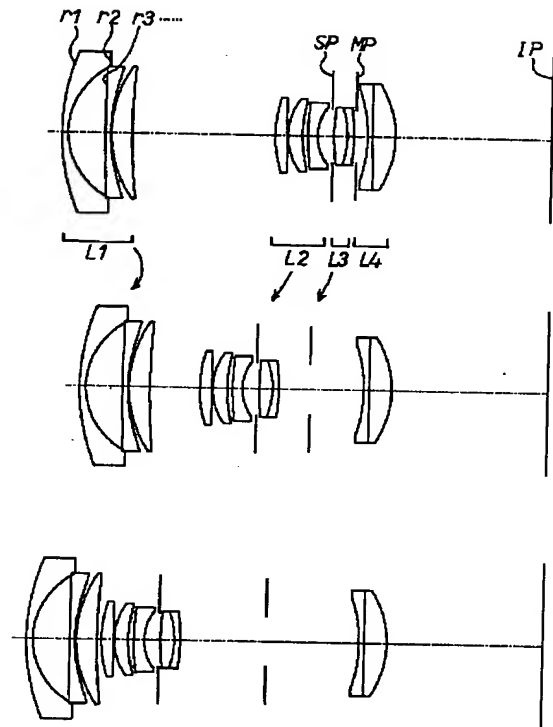
【図 1 9】



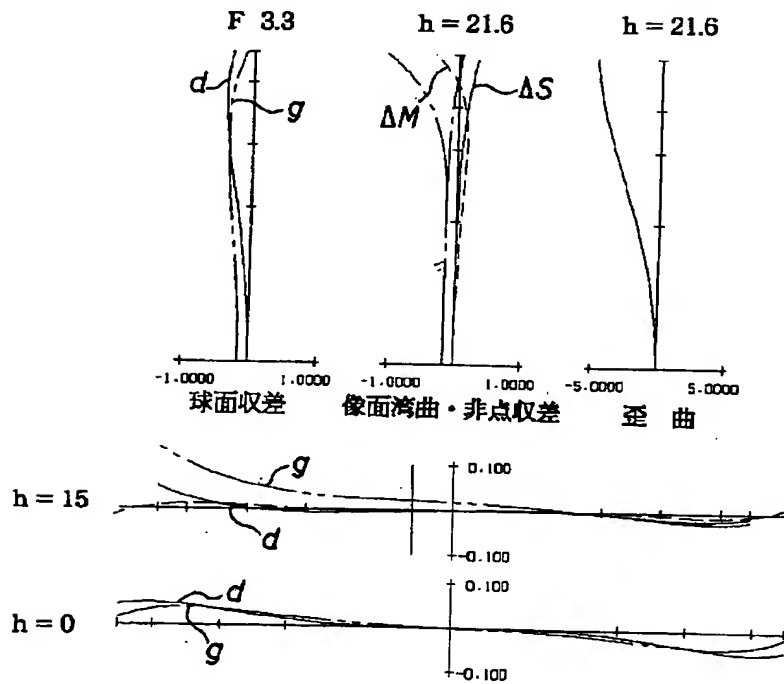
【図 1 5】



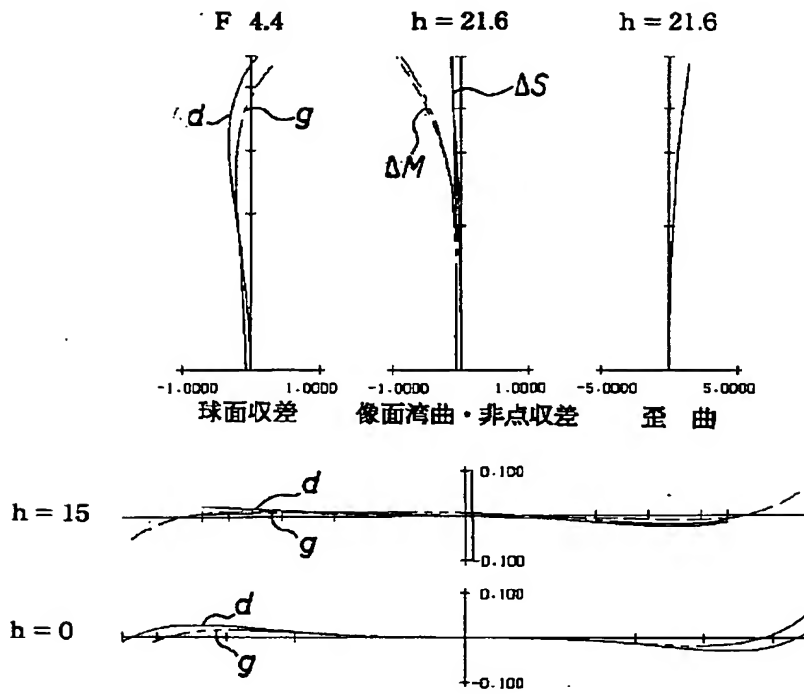
【図 2 2】



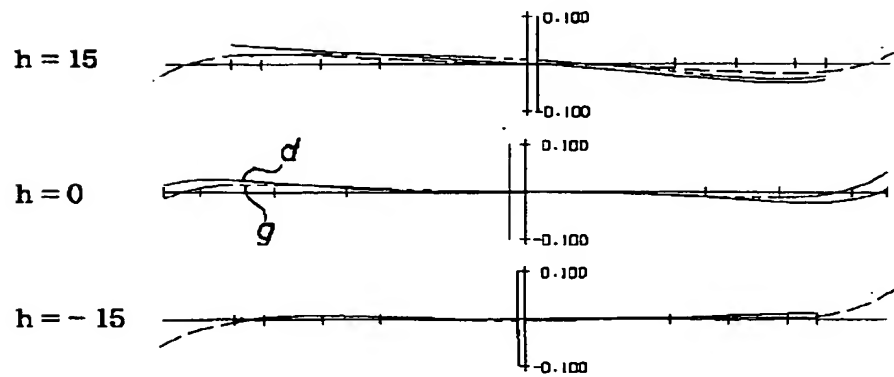
【図 1 6】



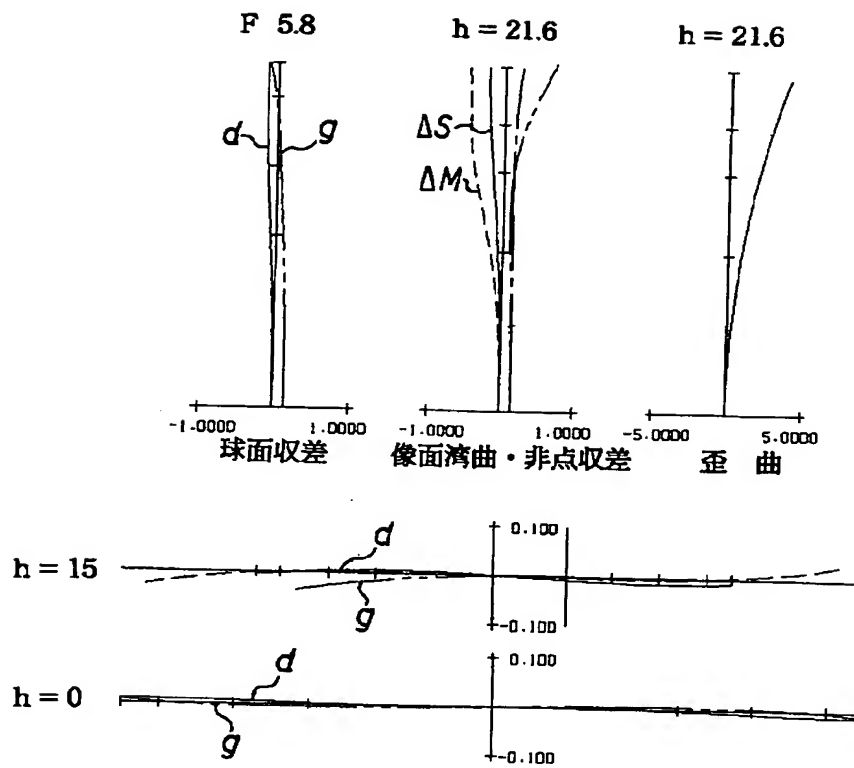
【図 17】



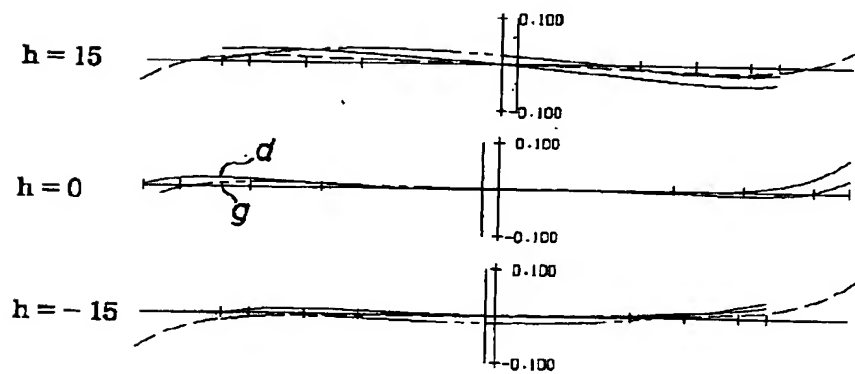
【図 20】



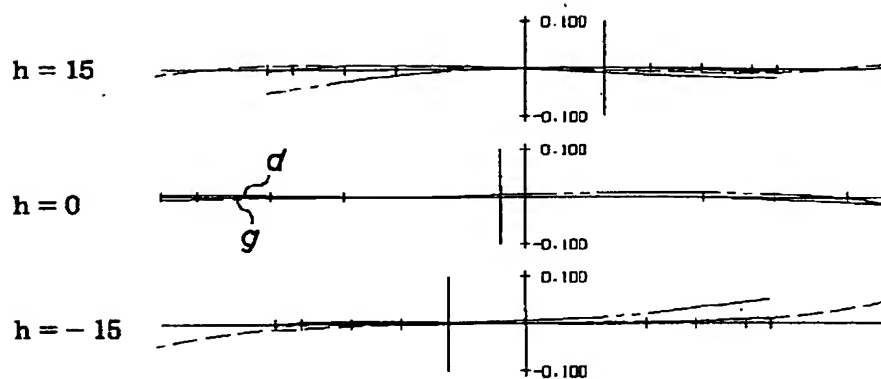
【図 1 8】



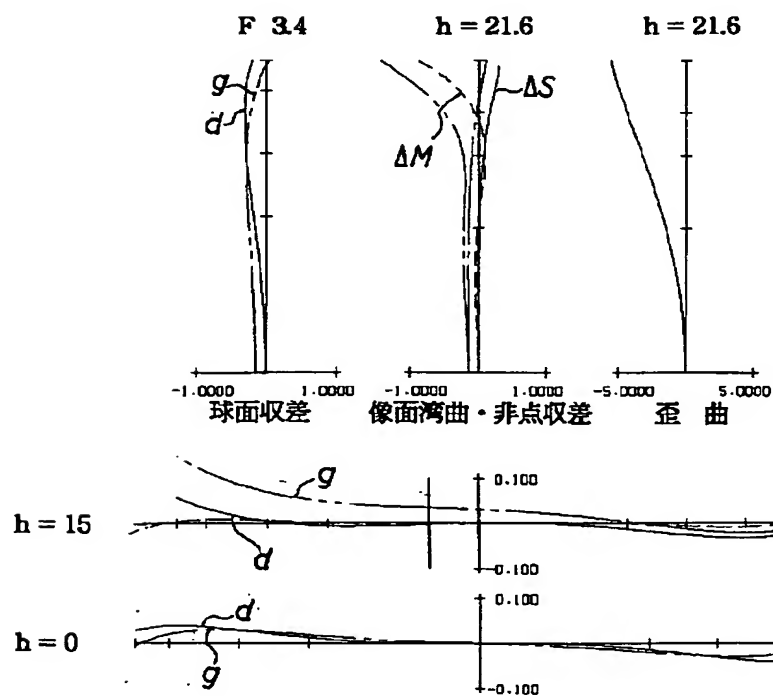
【図 2 7】



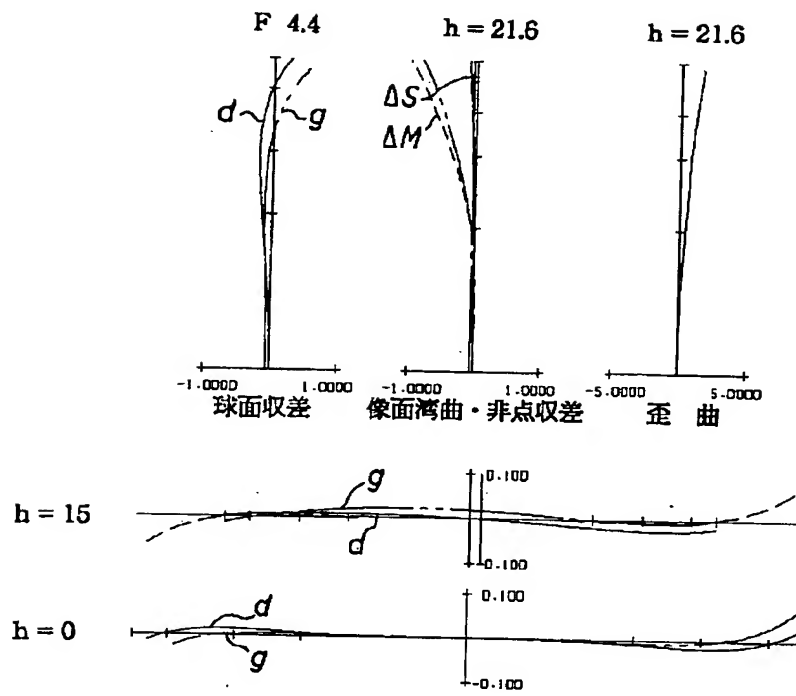
【図 2 1】



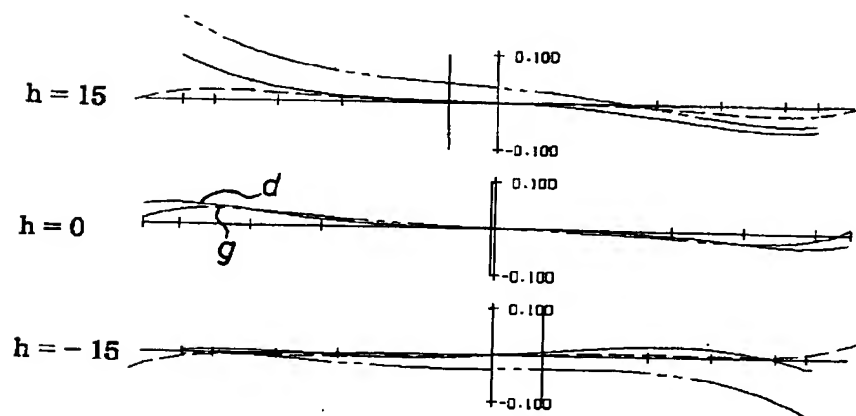
【図 2 3】



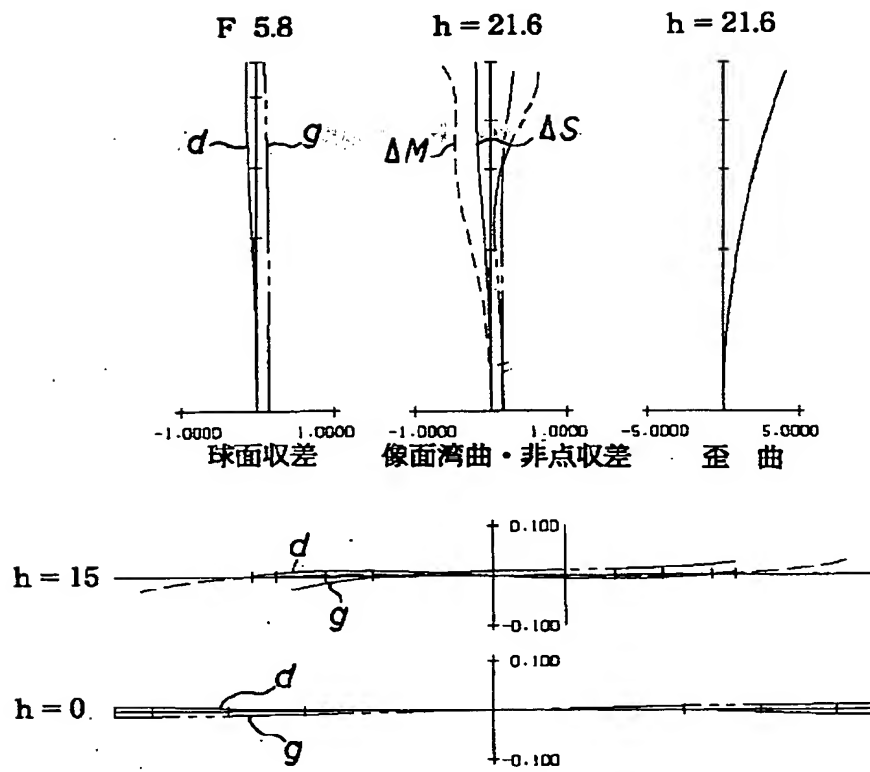
【圖 2 4】



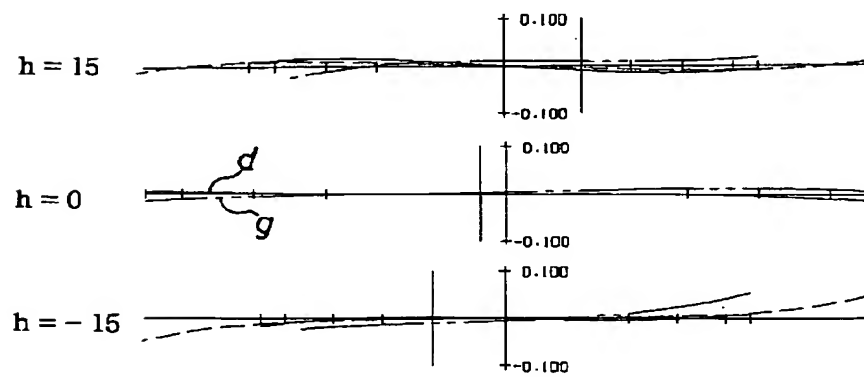
【圖 2 6】



【図 2 5】



【図 2 8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)